



## **CURSO DE TÉCNICO SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

### **Ergonomía y Psicología Aplicada U.D. 9: Antropometría.**

#### **INDICE**

#### **PROFESOR RESPONSABLE:**

#### **INTRODUCCIÓN:**

#### **OBJETIVOS:**

#### **CAPÍTULO 1: DEFINICIONES**

#### **CAPÍTULO 2: LA VARIABILIDAD HUMANA**

#### **CAPÍTULO 3: PLANOS DE REFERENCIA DEL CUERPO HUMANO**

#### **CAPÍTULO 4: MEDIDA DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS**

#### **CAPÍTULO 5: TABLAS ANTROPOMÉTRICAS**

#### **CAPÍTULO 6: NORMAS Y PROYECTOS APLICABLES**

#### **RESUMEN DE LA UNIDAD**

#### **BIBLIOGRAFÍA**

**PROFESOR RESPONSABLE:**

**Nombre:** Pilar Pancorbo Aguilera.

**Dirección:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## **INTRODUCCIÓN:**

Mediante esta unidad didáctica contiene los conceptos generales de antropometría que serán necesarios aplicar al diseño de los puestos de trabajo, diseño de accesos, evaluación de posturas de trabajo, manejo de cargas, etc.

La antropometría es una rama fundamental de la antropología física. Es una herramienta muy útil en diferentes campos, sobre todo en medicina y en deportes. Dentro del ámbito ocupacional, es una herramienta fundamental en el diseño de los puestos de trabajo, el diseño de máquinas y herramientas, los equipos de protección individual, el entorno industrial, etc.

## **OBJETIVOS:**

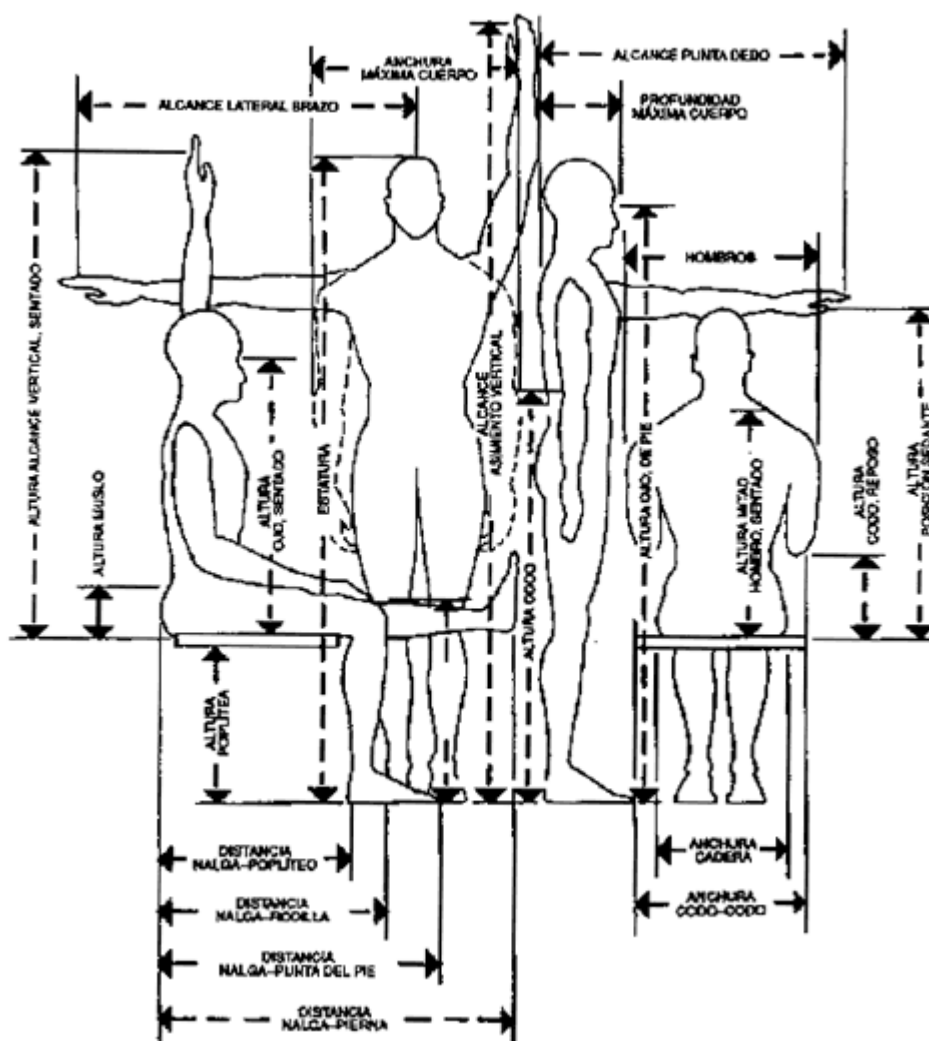
Con esta unidad didáctica se pretende que el alumno alcance los siguientes objetivos:

- Conocer los principios básicos y definiciones de la antropometría.
- Conocer el concepto de percentil.
- Conocer la posible variabilidad dentro de la misma persona.
- Ser capaz de ubicar los planos de referencia sagital, , frontal horizontal y de Frankfurt.
- Distinguir los principales movimientos articulares.
- Conocer la técnica para la toma de datos antropométricos
- Conocer la existencia de tablas antropométricas de la población española y de estudios europeos.
- Conocer las Normas y proyectos europeos aplicables en antropometría.

## CAPÍTULO 1: DEFINICIONES

**La antropometría es una disciplina que tiene por objeto la medida precisa de las diferentes dimensiones corporales, el estudio de la variabilidad entre individuos, así como su evolución a lo largo del tiempo.**

Del cuerpo humano pueden tomarse gran número de datos antropométricos diferentes. Se suelen tomar en posiciones de trabajo fijas, fundamentalmente de pie y sentado.



Estas son algunas de las medidas antropométricas más usadas en el diseño ergonómico de los puestos de trabajo.

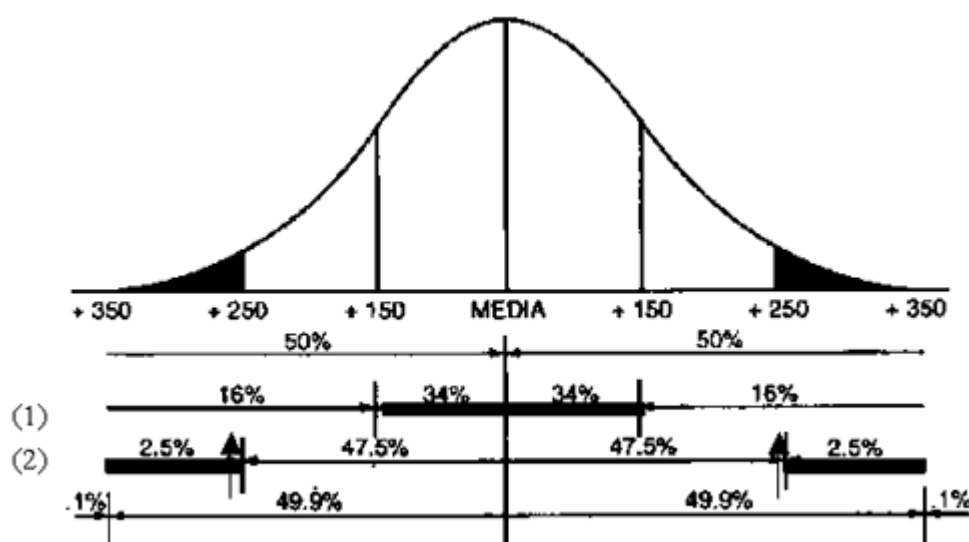
Las variables antropométricas son principalmente **medidas lineales**, como por ejemplo la altura, o la distancia con relación a un punto de referencia, con el sujeto en una postura tipificada (ver apartado 4); **longitudes**, como la distancia entre dos puntos de referencia distintos; **curvas o arcos**, como la distancia sobre la superficie del cuerpo entre dos puntos de referencia, y **perímetros**, como la medidas de curvas cerradas (perímetro del brazo, por ejemplo). También se puede medir el **espesor**

**de los pliegues de la piel, o volúmenes por inmersión en agua.**

Estas medidas antropométricas se obtienen sobre individuos desnudos, por tanto se debe prever un incremento o tolerancia en alguna de las dimensiones para tener en cuenta el incremento en la misma debido a la ropa que se va a utilizar. Por ejemplo:

CLASE DE VESTIMENTA	TOLERANCIA	DIMENSIONES PRINCIPALES AFECTADAS
Traje hombre	1,3 cm 1,9 – 2,5 cm	Profundidad del cuerpo Anchura del cuerpo
Traje o vestido mujer	0,6 – 1,3 cm 1,3 – 1,9 cm	Profundidad del cuerpo Anchura del cuerpo
Prenda exterior invierno, incluido traje o vestido	5,1 cm 7,6 – 10,2 cm 4,4 – 5,1 cm	Profundidad del cuerpo Anchura cuerpo Holgura muslo
Talón hombres	2,5 – 3,8 cm	Estatura, altura de ojo, altura rodilla sentado y altura poplitea
Talón mujeres	2,5 – 7,6 cm	Estatura, altura de ojo, altura rodilla sentado y altura poplitea
Calzado masculino	3,2 – 3,8 cm	Largura pie
Calzado femenino	1,3 – 1,9 cm	Largura pie
Guantes	0,6 – 1,3 cm	Largura mano

Los datos antropométricos de una población dada siguen una distribución estadística "Normal", cuya representación gráfica es una campana de Gauss.



Esto quiere decir que para cualquier dimensión del cuerpo humano (por ejemplo, la estatura), la mayoría de los individuos se encuentran en torno al valor medio, existiendo pocos individuos muy bajos o muy altos.

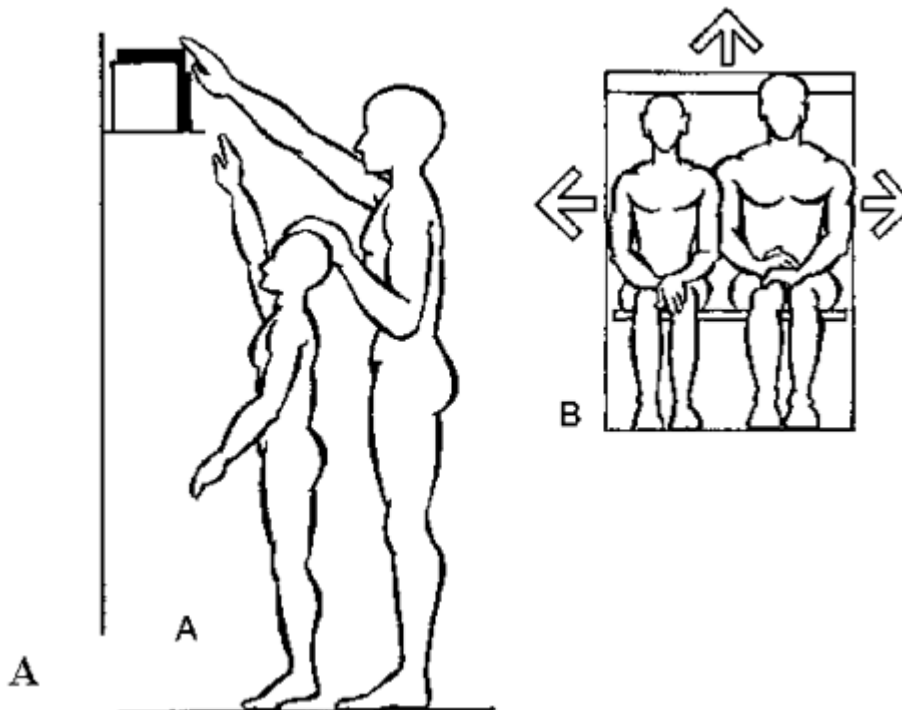
(1) En este caso, por ejemplo, vemos que el 68% (34% a cada lado) de las medidas se agrupan en la zona central, mientras que el 32% restante se distribuye a cada lado de la curva.

(2) En este caso, el 2,5% de las medidas se encuentran en esta zona hasta la primera flecha. La segunda flecha indica el 97,5% de las medidas, es decir, sería el 97,5 percentil..

Como ya se expresó en la unidad didáctica 4 de la parte común (diseño del puesto), los datos antropométricos se expresan generalmente en percentiles.

**Un percentil expresa el porcentaje de individuos de una población dada con una dimensión corporal igual o menor a un determinado valor.**

Así, el percentil 5 (P5), corresponde a un individuo de talla pequeña (solo un 5% de individuos son menores o igual que él), mientras que un individuo del percentil 95 (P95) es de talla alta.



A- Normalmente se utiliza el P 5 para los alcances y dimensiones externas, como ya se indicó en la U.D. 4 (diseño del puesto).

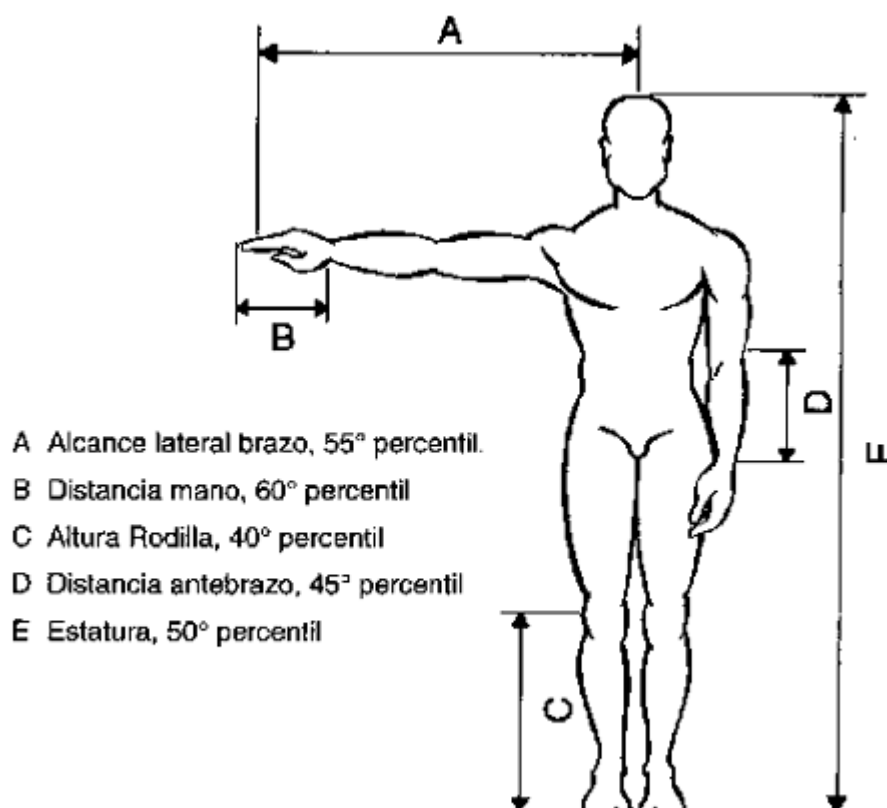
B- El P 95 se utiliza para las dimensiones internas (que quepan los más grandes).

## CAPÍTULO 2: LA VARIABILIDAD HUMANA

Las distintas medidas antropométricas varían de una población a otra, de lo cual se deriva la necesidad de disponer de los datos antropométricos de la población concreta objeto de estudio.

Los principales parámetros que influyen son:

- El sexo (las mujeres suelen ser menores).
- La raza (la estatura de los pigmeos de África Central es de 143,8 cm, frente a 179,9 cm de los belgas).
- La edad.
- La alimentación (se ha demostrado que una correcta alimentación, y la ausencia de graves enfermedades en la infancia, contribuye al desarrollo del cuerpo).



Aunque un individuo pertenezca a un determinado percentil (P50 de altura, por ejemplo), eso no quiere decir necesariamente que sus demás medidas antropométricas vayan a pertenecer al citado percentil, puesto que no siempre guardamos las proporciones.

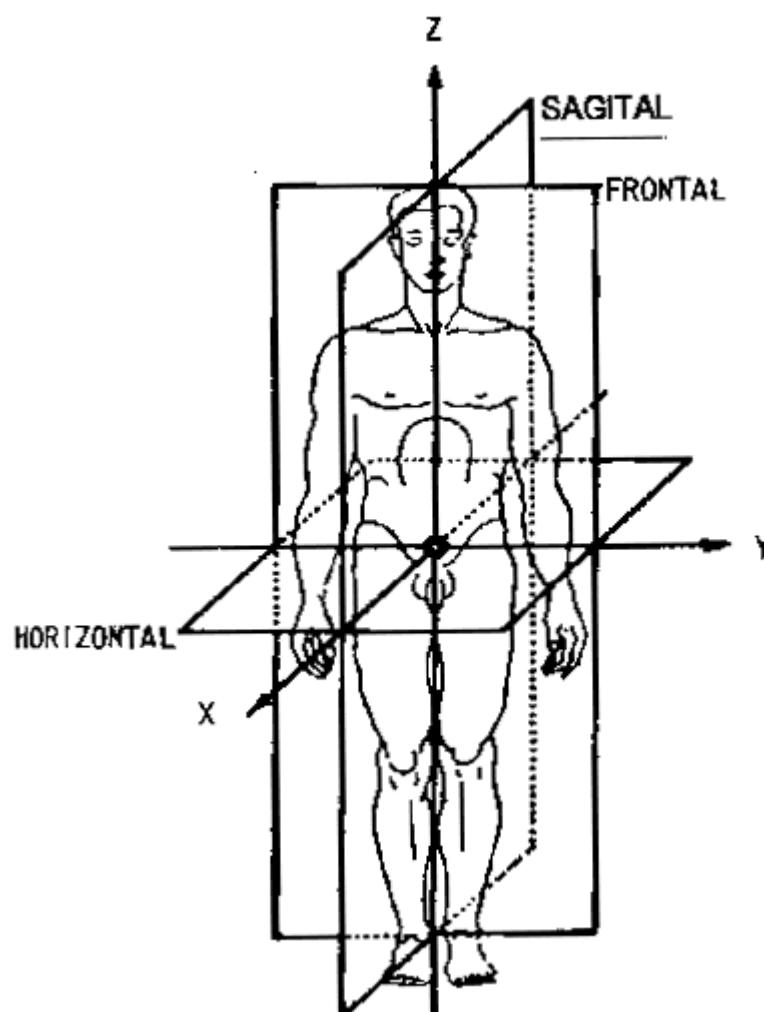


## CAPÍTULO 3: PLANOS DE REFERENCIA DEL CUERPO HUMANO

Estos planos son de gran utilidad en el estudio de las posturas de trabajo, y en la determinación de los ángulos articulares.

En general, se tienen en cuenta 3 planos rectangulares, que se cortan en el centro de gravedad del sujeto.

Este sistema de coordenadas permite expresar, por ejemplo, la distancia al centro de gravedad del cuerpo de los centros de gravedad de los diferentes segmentos corporales.



Así, el origen está situado en el centro de gravedad del cuerpo.

Siendo:

**YZ: Plano frontal.**

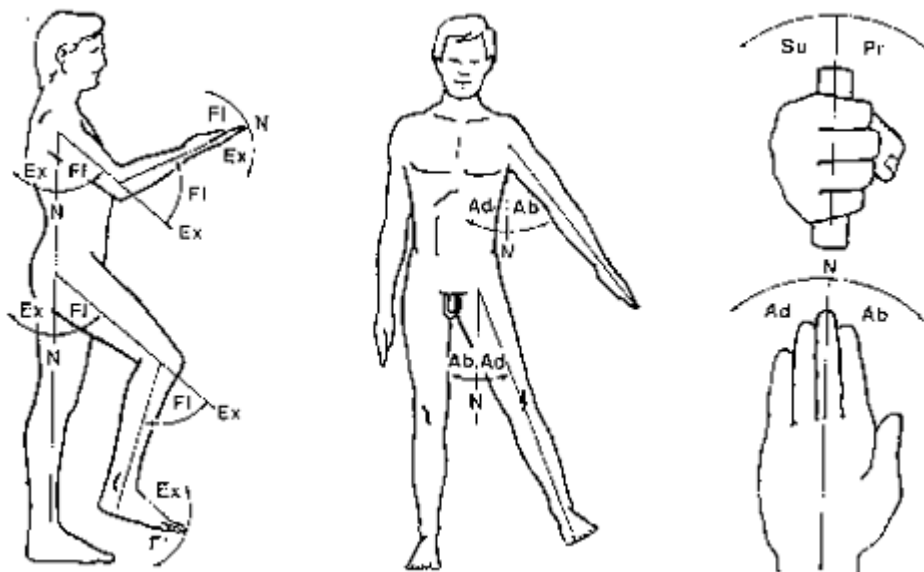
**XZ: Plano sagital o anteroposterior.**

## XY: Plano horizontal o transverso

Existe otro plano que se utiliza mucho como referencia en la toma de datos antropométricos: es el **plano de Frankfurt**.

Este plano es perpendicular al plano sagital, y está determinado por el punto más bajo de la órbita de los ojos y el centro de las orejas. Este plano sirve de referencia para asegurar una medida antropométrica (por ejemplo estatura) bien equilibrada, de forma que el individuo no tenga la cabeza demasiado erguida o baja, pudiendo de esa forma alterar los resultados de la medida.

Es importante conocer los tipos de movimientos articulares del cuerpo humano. En general, se nombran atendiendo a la desviación que se efectúa con relación al plano de referencia o a la posición neutral.



Siendo:

- Fl: Flexión.
- Ex: Extensión.
- Ad: Aducción.
- Ab: Abducción.
- Pr: Pronación.
- Su: Supinación.
- N: Posición neutral.

### Cuerpo completo:

**Abducción:** Separación del plano de referencia sagital. Giro o movimiento hacia fuera del eje de una región específica del cuerpo.

**Aducción:** Acercamiento al plano de referencia sagital. Giro o movimiento hacia el eje de una región específica del cuerpo.

**Flexión:**

**Extensión:**

**N: Postura neutral.**

**Antebrazo y mano:**

**Pronación:** Rotación media del antebrazo en trono a su eje longitudinal. La palma de la mano hacia abajo con el pulgar hacia dentro.

**Supinación:** Rotación lateral del antebrazo en torno a su eje longitudinal. La palma de la mano se dirige hacia arriba, con el pulgar hacia fuera.

**Posición neutral o intermedia:** El pulgar hacia arriba, y la palma de la mano hacia dentro del cuerpo. La amplitud de los movimientos de pronosupinacion se miden a partir de esta posición.

## CAPÍTULO 4: MEDIDA DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS

Existen una serie de definiciones acerca de cómo se toman las diferentes medidas antropométricas. Existen dos fuentes interesantes para España: La Norma EN ISO 7250 y los "Datos antropométricos de la población laboral española (Informe provisional de resultados)", proyecto elaborado por el Centro Nacional de Medios de Protección del INSHT (ver bibliografía).

En ambas publicaciones aparecen una gran variedad de definiciones.

Así, por ejemplo, para medir la distancia "**altura de los ojos**"

- **Norma EN:**
- **Descripción:** El la distancia vertical desde el suelo hasta el vértice interno de los ojos.
- **Método:** Sujeto de pie, completamente derecho, con los pies juntos. La cabeza orientada en el plano de Frankfurt. (Plano horizontal).
- **Instrumento de medida:** Antropómetro.

### **Proyecto CNMP:**

Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies (suelo) al vértice interno de los ojos.

## CAPÍTULO 5: TABLAS ANTROPOMÉTRICAS

Existen tablas antropométricas de diferentes países y poblaciones. A modo de ejemplo, se proporcionan las siguientes:

### 1 TABLAS DE LA POBLACIÓN LABORAL ESPAÑOLA (CNMP)

**DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE LA POBLACIÓN LABORAL ESPAÑOLA**

DIMENSIÓN	VALORES PERCENTILES				
	1	5	50	95	99
Masa corporal (Kg)	46,9	51,0	70,0	92,7	102,7
Estatura (cm)	147,9	152,5	166,5	180,2	185,5
Altura de los ojos, de pie (cm)	138,2	142,3	155,8	169,9	174,7
Altura de los hombros (cm)	121,7	125,6	138,4	150,8	155,8
Altura del codo (cm)	90,0	93,2	102,7	112,2	116,5
Longitud codo-punta dedos (cm)	38,1	39,6	44,8	49,5	51,4
Longitud codo-puño (cm)	27,5	29,2	33,7	37,6	39,3
Alcance máx. horizontal (puño cerrado) (cm)	57,0	60,6	70,0	78,5	81,8
Altura sentado/a (cm)	76,4	79,3	85,9	92,9	95,9
Altura de los ojos (sentado/a) (cm)	66,1	69,0	75,3	81,9	84,8
Altura del codo, sentado/a (cm) (tomada desde la superficie del asiento)	16,9	18,2	22,4	26,9	29,4
Altura del muslo, sentado/a (cm) (desde el suelo al punto más alto del muslo)	47,3	49,8	55,8	61,5	63,7
Profundidad del asiento (cm)	42,8	45,0	49,7	53,9	56,8
Longitud rodilla-trasero (cm)	52,3	54,1	59,0	64,4	66,8
Longitud hombro-codo (sentado/a) (cm)	29,1	31,2	35,6	39,5	41,0
Anchura de hombros (cm)	28,1	30,4	37,2	43,7	45,3
Anchura de caderas (sentado/a) (cm)	29,4	31,6	36,0	41,7	44,5
Anchura entre codos (cm)	33,5	36,7	46,1	54,7	57,4
Longitud del pie (cm)	21,0	22,1	25,3	27,9	29,0
Longitud de la mano (cm)	15,5	16,3	18,3	20,2	20,9
Perímetro de la cabeza (cm)	52,0	53,3	56,5	59,8	61,1

*Datos extraídos del estudio realizado por el INSHT, 1996.*

*Muestra estudiada: 1130 hombres y 593 mujeres.*

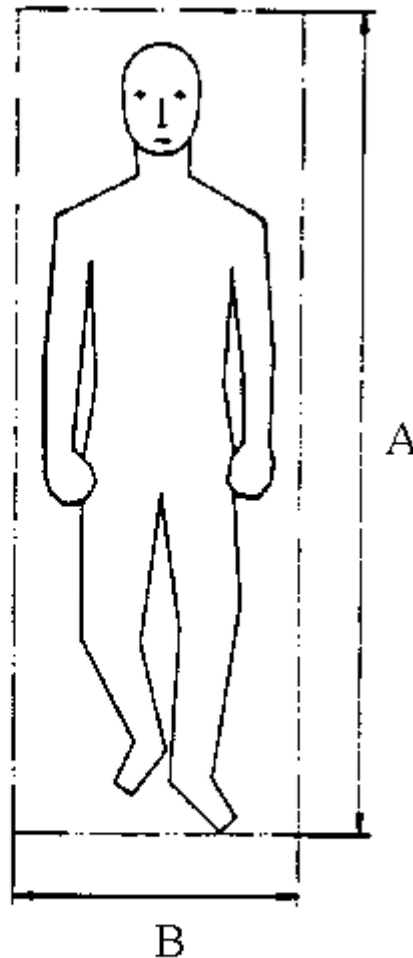
### 2 TABLAS ANTROPOMÉTRICAS DE ESTUDIOS EUROPEOS (EN 547 -3).

NOMENCLATURA	PARÁMETRO	VALOR (mm)
$h_1$	Estatura P95	1881
$h_1$	Estatura P99	1944
$a_1$	Anchura codo-codo P95	545
$a_1$	Anchura codo-codo P99	576
$a_3$	Anchura de la mano incluyendo al pulgar P95	120
$a_4$	Anchura de la mano en los metacarpianos P95	97
$a_5$	Anchura del dedo índice (proximal) P95	23
$a_6$	Anchura del pie P95	113
$b_1$	Profundidad del cuerpo P95	342
$b_2$	Alcance máximo hacia delante (puño cerrado) P5	615
$b_2$	Alcance máximo hacia delante (puño cerrado)P95	820
$b_2$	Alcance máximo hacia delante (puño cerrado)P99	845
$b_3$	Anchura de la palma de la mano P95	30
$b_4$	Anchura de la mano a la altura del pulgar P95	35
$c_2$	Longitud del pie P95	285
$c_2$	Longitud del pie P99	295
$d_1$	Diámetro del brazo P95	121
$d_2$	Diámetro del antebrazo	120
$t_1$	Longitud operativa del brazo P5	340
$t_2$	Alcance del antebrazo P5	170
$t_3$	Alcance lateral del brazo P5	495
$t_4$	Longitud de la mano P5	152
$t_5$	Longitud de la mano a la altura del pulgar P5	88
$t_6$	Longitud del dedo índice P5	59

## CAPÍTULO 6: NORMAS Y PROYECTOS APLICABLES

### 1 MEDIDAS DEL CUERPO HUMANO PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES REQUERIDAS PARA ABERTURAS PARA ACCESO DE CUERPO COMPLETO DENTRO DE MAQUINARIA (EN 547 - 1)

**Caso1: Abertura para desplazamiento horizontal en postura ergida.**



$$A = h_1 (P95 \text{ o } P99) + x$$

$$B = a_1 (P95 \text{ o } 99) + y$$

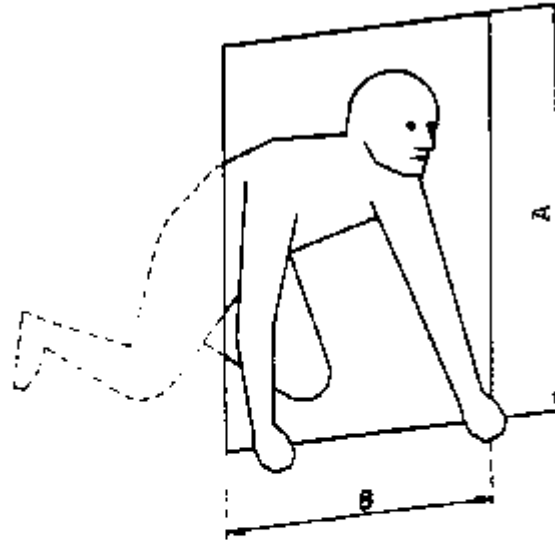
Donde:

- A. Altura de la abertura.
- B. Anchura de la abertura.
- $h^1$ : Estatura
- $a^1$ : Anchura codo - codo

x: Tolerancia de altura  
y: Tolerancia de anchura

### Caso 2: Abertura para entrada en postura arrodillada:

$$A = b_2 (P95 \text{ o } 99) + x$$



$$B = a_1 (P95 \text{ o } 99) + y$$

Siendo:

$b_2$ : Alcance máximo hacia delante (puño cerrado).

$a_1$  = Anchura codo - codo.

$x$  = Tolerancia de altura.

$y$  = Tolerancia de anchura.

### Requerimientos adicionales de espacio para las aberturas de acceso de cuerpo completo:

#### Caso 1: Abertura para desplazamiento horizontal en postura ergida.

Tolerancia de altura x:

- Tolerancia básica para el movimiento del cuerpo.....50mm
- Caminando rápido o corriendo, o uso de larga duración.....100mm
- Calzado pesado.....40mm
- Equipo de protección individual que incremente la altura de la persona.....60mm

Tolerancia de anchura y:



- Tolerancia básica para el movimiento del cuerpo.....50mm
- Caminando rápido o corriendo, o uso frecuente o de larga duración.....100mm
- Ropas de trabajo.....20mm
- Ropas que pueden dañarse en contacto con las paredes del pasadizo.....100mm
- Ropas de invierno voluminosas, o ropas de protección personal.....100mm
- Transporte de una persona herida.....200 mm

### **Caso 2: Abertura para entrada en postura arrodillada.**

Tolerancia de altura x y tolerancia de anchura y:

- Tolerancia básica para el movimiento del cuerpo.....100mm
- Ropas de trabajo.....20mm
- Ropas de invierno voluminosas, o ropas de protección personal.....100mm
- Equipo de protección individual.....100mm

## **2 PRINCIPIOS PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES REQUERIDAS PARA ABERTURAS DE ACCESO (EN 547 - 2)**

Estos principios son parte de los que se encuentran en la Norma **EN 547- 2** (ver bibliografía).

### **Caso 1: Abertura de acceso para el tronco y los brazos:**



$$A = a_1 (P95) + x,$$

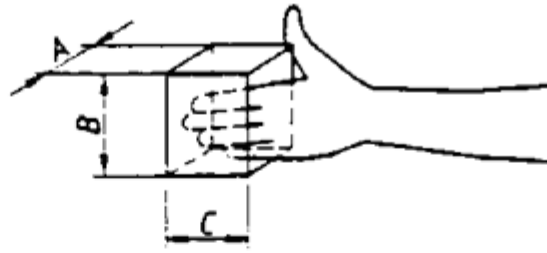
Siendo:

A: Diámetro de la abertura

$a_1$ : Anchura codo - codo.

x: Tolerancia

**Caso 2: Abertura de acceso para la mano (cuatro dedos) hasta la base del pulgar:**



$$A = b_3 (P95) + x$$

$$B = a_4 (P95) + y$$

$$C = t_5 (P5)$$

Siendo:

A= Anchura de la abertura

B = Altura de la abertura

C = Profundidad de la abertura.

$a_4$  = Anchura de la mano en los metacarpianos

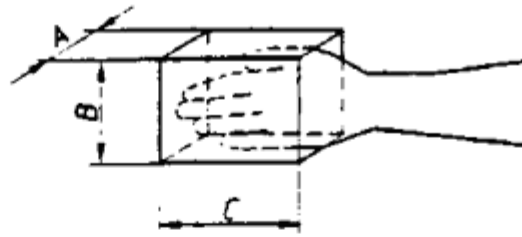
$b_3$  = Espesor (grosor) de la palma de la mano.

$t_5$  = Longitud de la mano a la altura del pulgar

x = Tolerancia de anchura

y = Tolerancia de altura

**Caso 3: Abertura de acceso para la mano (cuatro dedos) hasta la muñeca, incluso el pulgar.**



$$A = b_4 (P95) + x$$

$$B = a_3 (P95) + y$$

$$C = t_4 (P5)$$

Siendo:

A= Anchura de la abertura.

B = Altura de la abertura.

C = Profundidad de la abertura.

$a_3$  = Anchura de la mano incluido el pulgar.

$b_4$  = Espesor de la mano a la altura del pulgar.

$t_4$  = longitud de la mano.

x = Tolerancia de anchura

y = Tolerancia de altura

### Requerimientos adicionales de espacio para las aberturas de acceso:

Dependiendo del tipo de acceso las tolerancias x e y toman distintos valores. Por ejemplo:

#### Caso 1: (Abertura de acceso para el tronco y los brazos)

Tolerancia x para:

- Margen para entrar por las aberturas de acceso.....50mm
- Ropas de trabajo.....20mm
- Ropas pesadas de invierno o ropas de protección personal.....100mm
- Ropas que puedan dañarse por contacto con la abertura de acceso.....100mm
- Equipo de protección personal.....100mm

**Casos 2 y 3: Abertura de acceso para la mano (cuatro dedos) hasta la base del pulgar, y abertura de acceso para la mano (cuatro dedos) hasta la muñeca, incluso el pulgar.**

Tolerancia x e y para:

- Margen básico para el movimiento.....10mm
- Uso de equipo de protección en las manos.....20mm

## RESUMEN DE LA UNIDAD

La Antropometría es una disciplina que tiene por objeto la medida precisa de las diferentes dimensiones corporales, el estudio de la variabilidad entre individuos, así como su evolución a lo largo del tiempo.

Es una herramienta muy útil en diferentes campos, y dentro del ámbito ocupacional, es una herramienta fundamental en el diseño de los puestos de trabajo, el diseño de las máquinas y herramientas, los equipos de protección individual, el entorno industrial, etc.

Las medidas antropométricas pueden ser longitudes, curvas o arcos, perímetros, volúmenes, etc.

Los datos antropométricos se representan generalmente en percentiles. Un percentil expresa el porcentaje de individuos de una población dada, con una dimensión igual o menor a un determinado valor. Así por ejemplo, el percentil 5 corresponde a un individuo de talla pequeña (solo un 5% de individuos son igual o menores que él), mientras que un individuo del percentil 95 es de talla alta (el 95% de los individuos son menores o iguales que él.)

Las medidas antropométricas varían de una población a otra, por lo que es necesario disponer de datos antropométricos (tablas) de la población concreta con la que se vaya a trabajar.

Se adjuntan varias tablas antropométricas y medidas del cuerpo humano para determinar requisitos espaciales en aberturas de máquinas y en accesos de cuerpo completo.

## BIBLIOGRAFÍA

- **J.Scherrer y colaboradores:** Précis de physiologie du travail. Notions d'Ergonomie. Ed. Masson. Paris 1981.
- **Julius Panero, Martín Zelnik:** Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos. Ed. G. Gili. México, 1991.
- **I.A. Kapandji:** Cuadernos de fisiología articular. Ed. Masson. S.A. Barcelona. 4º edición. 1987.
- **INSHT:** Ergonomía 1994.
- **Stephen Pheasant:** Bodyspace. Anthropometry, Ergonomics and Design. Ed. Taylor & Francis . London. 1988.
- **INSHT (CNMP):** Datos antropométricos de la población laboral española. Informa provisional de resultados.1997.
- **OIT:** Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.Vol 1. 1988.

### Normativa aplicable en antropometría:

- EN 294: Safety of machinery - Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs.
- EN 547-1: Safety of machinery - Human body measurements - Part 1:
- EN 547-2: : Safety of machinery - Human body measurements - Part
- EN 547-3: Safety of machinery - Human body measurements - Part 3: Anthropometric data.
- EN 614-1: Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 1: Terminology and general principles.
- prEN 614-2: : Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks.
- EN 894-2: Safety of machinery - Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators - Part 2: Displays.
- EN ISO 7250: 1997 Basic human body measurements for technological design (ISO 7250:1996).